

**SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Zvonimir Biuk**

**Split, 2014.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

# **ZAVRŠNI RAD**

**Zvonimir Biuk**

**Split, 2014.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET**

**PROVJERA STABILNOSTI ZAPADNOG I SJEVERNOG POTPORNOG ZIDA  
APARTHOTELE U BAŠKOJ VODI**

**Završni rad**

**Split, rujan 2014.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ: **STRUČNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**  
KANDIDAT: **BIUK ZVONIMIR**  
BROJ INDEKSA: 1476  
KATEDRA: **Katedra za geotehniku**  
PREDMET: **Mehanika tla i temeljenje**

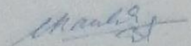
**ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD**

**Tema:** Provjera stabilnosti zapadnog i sjevernog potpornog zida aparthotela u Baškoj Vodi

**Opis zadatka:** Za potporne zidove prema danim podlogama (tlocrt temelja i poprečni presjeci zapadnog i sjevernog potpornog zida) dimenzionirati potporne zidove za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja. Za mjerodavne uzeti poprečne presjeke s najvećom visinom zapadnog i sjevernog zida (presjeci C2-C2 i F-F). Kod izračuna horizontalnih tlakova u tlu računati s koeficijentom tlaka mirovanja  $K_0$ . Za karakteristične parametre tla uzeti  $c_k=0$  (kohezija),  $\phi_k=30^\circ$  (kut unutarnjeg trenja) i  $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$  (jedinичna težina tla). Temeljno tlo je stijena s proračunskom nosivošću  $\sigma_{Rd} = 600 \text{ kPa}$ . Proračunske potresne inercijske sile u vodoravnom i uspravnom smjeru odrediti prema HRN EN 1998-5:2011, kao i koeficijent tlaka tla (statički + dinamički; Dodatak E - Monobeova i Okabeova formula). Riješiti i prikazati drenažu uz potporne zidove.

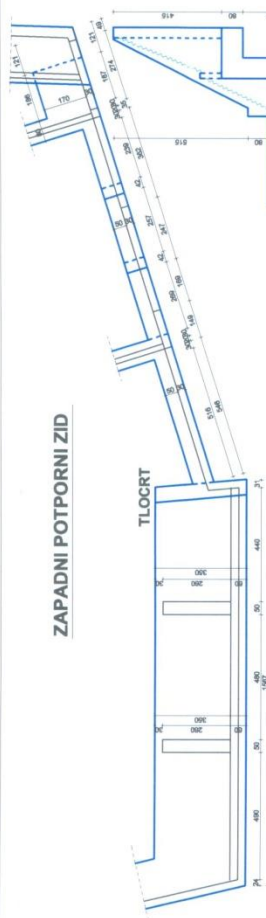
U Splitu, 10. travnja 2014. godine

Voditelj Završnog rada:

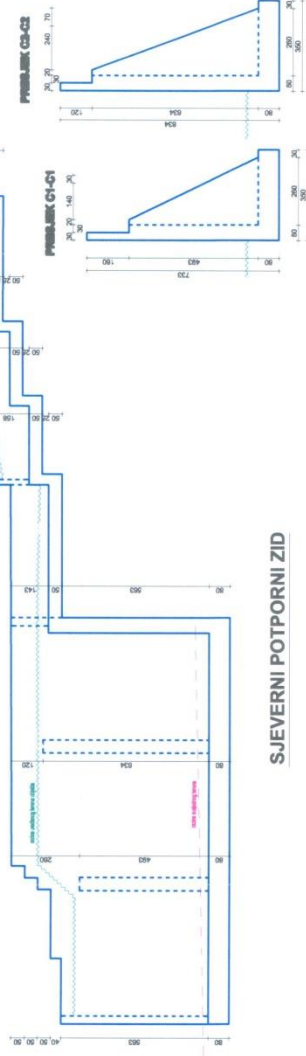
  
doc.dr.sc. Nataša Štambuk Cvitanović

[illegible]

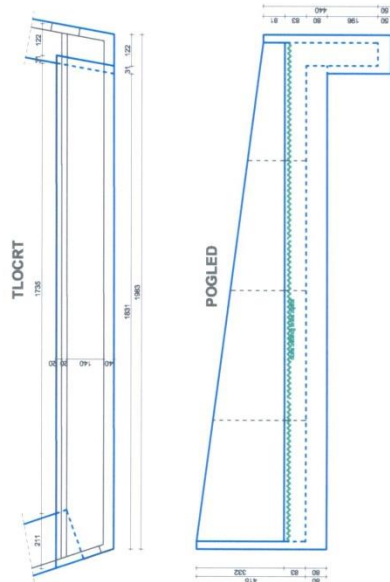
## ZAPADNI POTPORNİ ZİD



## POGLED



## SJEVERNI POTPORNİ ZID



KONSTRUKCIJA POTPORNIH ZIDOVA  
+30,00 APS = ±0,00 REL

[illegible]

# **Provjera stabilnosti zapadnog i sjevernog zida aparthotela u Baškoj Vodi**

## ***Sažetak:***

Prikazano je dimenzioniranje potpornih zidova (zapadni i sjeverni potporni zid) aparthotela u Baškoj Vodi. Dimenzioniranje potpornih zidova izvršeno je za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja. Uzeti su mjerodavni poprečni presjeci sa najvišom visinom zapadnog i sjevernog zida. Ispod potpornih zidova izvedena je drenaža radi odvođenja podzemnih procjednih voda.

## ***Ključne riječi:***

Potporni zid, opterećenje, drenaža

# **Stability check of the west and the north wall of the aparthotel in Baska Voda**

## ***Abstract:***

In this paper it is shown the sizing of retaining walls (west and north retaining wall) at aparthotel in Baska Voda. Sizing of the retaining walls was made for the static load and the combination of static and dynamic seismic load. The relevant cross-sections with the highest heights of the western and northern walls were taken. Drainage was designed for drainage of underground water.

## ***Keywords:***

Retaining wall, load, drainage



## Sadržaj

1. TEHNIČKI OPIS .....	1
Uvod .....	1
2. ZAPADNI POTPORNI ZID – PRESJEK C2 – C2.....	2
3. STATIČKO OPTEREĆENJE .....	4
3.1. Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU) .....	4
3.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO).....	6
3.3. Nosivost tla ispod temelja (GEO).....	7
4. DINAMIČKO (statičko + potresno) OPTEREĆENJE.....	8
4.1. Seizmičke inercijale sile (djelovanje na masu zida i tla iza zida).....	8
4.2. Dodatna dinamička sila prouzročena tlakom.....	9
4.3. Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke „A“ ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije): .....	9
4.4. Kontrola stabilnosti na klizanje ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije): .....	10
4.5. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema dolje: .....	11
4.6. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema gore:.....	13
5. SJEVERNI POTPORNI ZID – PRESJEK F – F.....	14
6. STATIČKO OPTEREĆENJE .....	16
6.1. Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU) .....	16
6.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO).....	18
6.3. Nosivost tla ispod temelja (GEO).....	19
7. DINAMIČKO (statičko + potresno) OPTEREĆENJE.....	20
7.1. Seizmičke inercijale sile (djelovanje na masu zida i tla iza zida).....	20
7.2. Dodatna dinamička sila prouzročena tlakom.....	21
7.3. Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke „A“ ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije): .....	22
7.4. Kontrola stabilnosti na klizanje ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije): .....	23
7.5. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema dolje: .....	24
7.6. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema gore:.....	26
8. DRENAŽA UZ POTPORNE ZIDOVE .....	27
8.1. Drenaža uz zapadni potporni zid .....	28
8.2. Drenaža uz sjeverni potporni zid.....	29
PRILOZI.....	30



# 1. TEHNIČKI OPIS

## Uvod

Za potporne zidovea parthotela, koji se nalaze u Baškoj Vodi, prema danim podlogama (tlocrt temelja i poprečni presjeci zapadnog i sjevernog potpornog zida), bilo je potrebno dimenzionirati potporne zidove za statičko opterećenje te kombinaciju statičkog i dinamičkog potresnog opterećenja. Za mjerodavne poprečne presjeke uzeti su presjeci s najvećom visinom zapadnog i sjevernog zida (presjeci  $C_2 - C_2$  i  $F - F$ ). Kod izračuna horizontalnih tlakova u tlu uzet je koeficijent tlaka mirovanja  $K_0$ . Za karakteristične parametre tla zadano je: kohezija  $c_k = 0$ , kut unutarnje trenja  $\phi_k = 30^\circ$  i jedinična težina tla  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ . Temeljno tlo je stijena s proračunskom nosivošću  $\sigma_{rd} = 600 \text{ kPa}$ . Proračunske potresne inercijske sile u horizontalnom i vertikalnom smjeru određene su prema HRN EN 1998-5:2011, kao i dinamički tlak tla, prema dodatku E, za slučajeve kada nije moguće aktivno stanje ( $\Delta P_d = \alpha \times S \times \gamma \times H^2$ ).

Općenito zidovi se rade od betona klase C30/37 a armatura je RA 400/500 i MA 500/560. Zaštitni sloj armature je min 5,0 cm. Zidovi se rade u segmentima dužine po cca 5,0 m, ali se ne radi dilatacija, nego se nastavlja poprečna armatura tako da je kompletan zid povezan. Rad po segmentima je potreban radi sprječavanja mogućeg klizanja temeljnog tla u slučaju većih iskopa. Nasip iznad drenaže (ispod temelja zidova) radi se od kvalitetnog kamenog materijala max. granulacije 12,5 cm. Ugrađivanje kamenog materijala se vrši u slojevima do max. 50 cm a zbijanje se vrši mehaničkim putem do zahtijevane zbijenosti. Modul stišljivosti mora biti veći ili jednak 40 MPa.

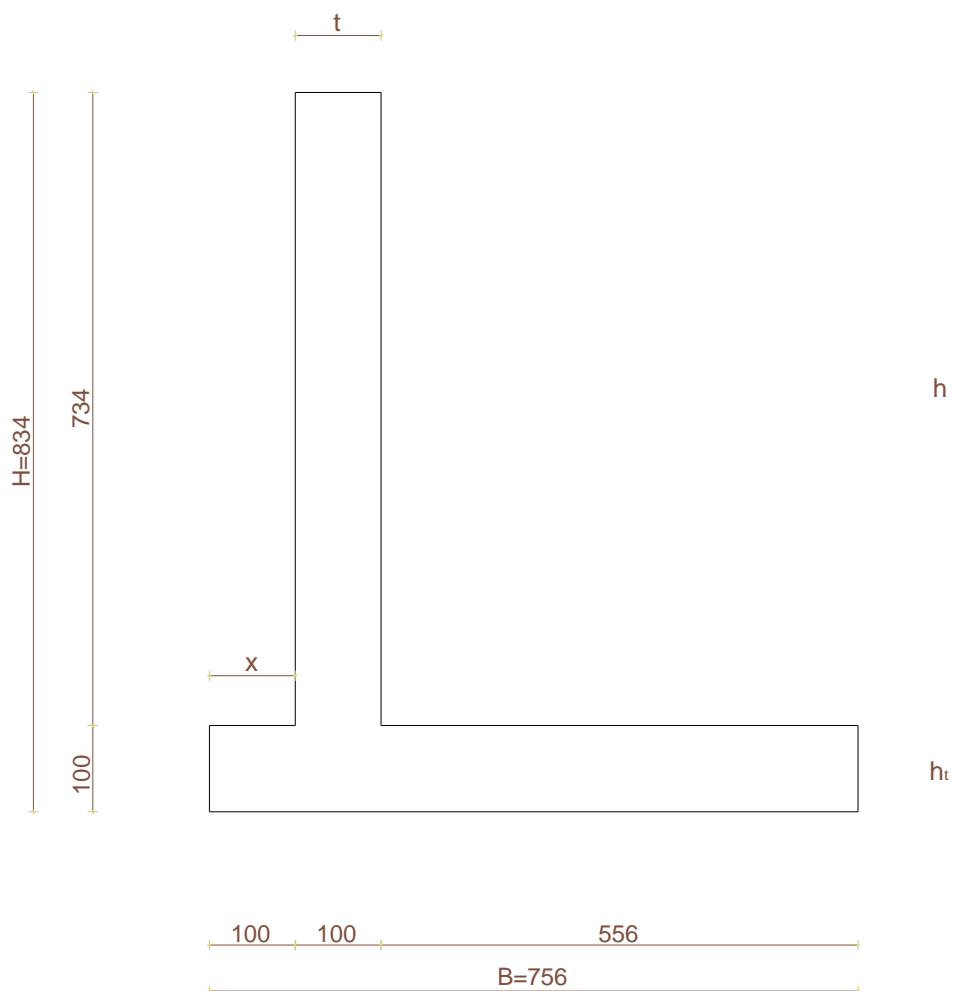
## Drenaža

Ispod potpornih zidova izvodi se drenaža radi odvođenja podzemnih procjednih voda. Vršiti se iskop za drenažni rov. Dno iskopa se betonira i na beton se postavlja drenažna cijev promjera 200 mm. Oko drenažne cijevi postavlja se sloj filtera od kamenog šljunka i miješanog kamenog materijala (60 % frakcija 16-32 mm, 20 % frakcija 8-16 mm i 20 % frakcija 4-8 mm). Iznad filtera oko drenažnih cijevi postavljaju se slojevi zamjenskog kamenog materijala.

Iza zida se općenito postavlja kvalitetni kameni zamjenski materijal. Na zidu je potrebno ostaviti procjednice za moguće podzemne vode ako bude problema s drenažom. Nasip iznad

drenažnih cijevi radi se općenito od kvalitetnog kamenog materijala max. frakcije 125 mm, a udio sitnih čestica ne smije biti veći od 15 %.

## 2. ZAPADNI POTPORNI ZID – PRESJEK C2 – C2



### dimenzije:

$H= 8,34$  (m) - ukupna visina zida ;       $h_t= 1,00$  (m) – visina temelja ;  
 $B= 7,56$  (m) - širina temeljne stope ;       $t= 1.00$  (m) – širina zida ;  
 $h= H - h_t = 7,34$  (m) – visina zida ;       $x= 1,00$  (m) – širina istake ;

## RJEŠENJE

Parametri tla:

- $c_k = 0$  (kohezija)
- $\phi_k = 30^\circ$  (kut unutarnjeg trenja)
- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  (jedinična težina tla)

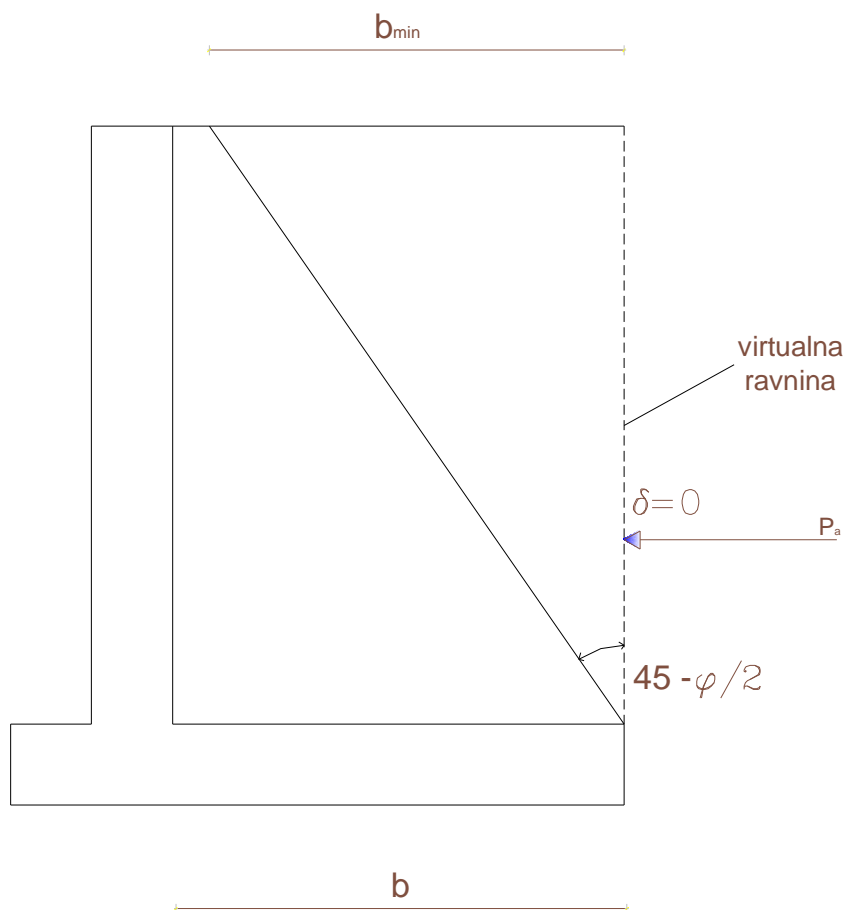
Za primjenu vertikalne virtualne ravnine zida širina pete zida mora zadovoljiti sljedeći uvjet :

$$b \geq b_{\min} = h \times \tan (45^\circ - \phi_k/2)$$

$$b = 5,56 \text{ (m)}$$

$$b_{\min} = 8,34 \cdot \tan 30^\circ = 4,8151 \text{ (m)}$$

$$b \geq b_{\min} \text{ zadovoljava uvjet!}$$



Za proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU), na klizanje (GEO/STR) i nosivost tla (GEO/STR) korišteno je granično stanje nosivosti: EQU, GEO/STR (proračunski pristup 3), parcijalni faktori navedeni u prilogu broj 1.

### 3. STATIČKO OPTEREĆENJE

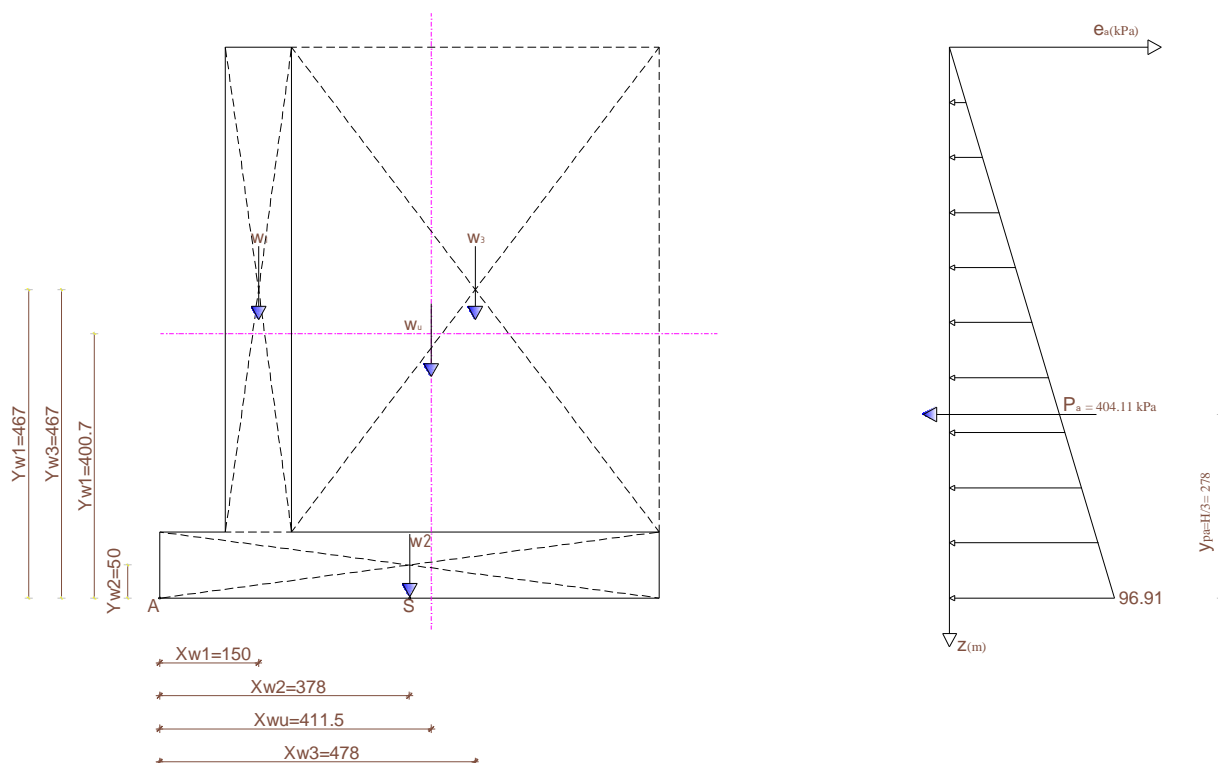
#### 3.1. Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU)

Proračunski parametri tla  $c_d$  i  $\phi_d$ :

$$c_d = \frac{c_{1k}}{\gamma_{c''}} = \frac{0}{1,25} = 0 \text{ KPa}$$

$$\phi_d = \arctg \frac{(tg 30^\circ)}{(1,25)} = 24,8^\circ$$

Koeficijent aktivnog tlaka mirovanja prema Jaky-ju za proračunsku vrijednost kuta trenja:  $K_a$   
 $= (1 - \sin \phi_{1d}) = (1 - \sin 24,8^\circ) = 0,581$



Sila tlaka mirovanja:

$$\sigma_v' = \gamma \cdot h = 20 \cdot 8,34 = 166,8 \text{ kPa}$$

$$e_a = \sigma_v' \cdot K_0 = 166,8 \cdot 0,581 = 96,91 \text{ kPa}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot h \cdot e_a = \frac{1}{2} \cdot 8,34 \cdot 96,91 = 404,11 \text{ kN/m}$$

$$y_{Pa} = \frac{1}{3} \cdot h = 2,78 \text{ (m)}$$

Težina zida podijeljenog na elemente ( $\gamma_{bet} = 25 \text{ kN/m}^3$ ):

$$W_1 = 1,0 \cdot 7,34 \cdot 25,0 = 183,5 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w1} = 1,50 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w1} = 4,67 \text{ (m)}$$

$$W_2 = 7,56 \cdot 1,0 \cdot 25,0 = 189,0 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w2} = 3,78 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w2} = 0,50 \text{ (m)}$$

Težina zasipa ( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ):

$$W_3 = 5,56 \cdot 7,34 \cdot 20,0 = 816,21 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w3} = 4,78 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w3} = 4,67 \text{ (m)}$$

Ukupna težina zida (sa zasipom):

$$\Sigma W = W_u = 1188,71 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{wu} = 4,115 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{wu} = 4,007 \text{ (m)}$$

**Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke A:**

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$E_{dst,d} = (\gamma_{G,dst} \cdot P_a) \cdot \frac{H}{3} = 1,1 \cdot 404,11 \cdot \frac{8,34}{3} = 1235,77 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_{stb,d} = \gamma_{Gstb} \cdot (W_1 \cdot 1,50 + W_2 \cdot 3,78 + W_3 \cdot 4,78)$$

$$E_{std,d} = 0,9 \cdot (183,5 \cdot 1,50 + 189,0 \cdot 3,78 + 816,21 \cdot 4,78)$$

$$E_{stb,d} = 4402,04 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$1235,77 \leq 4402,04$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{1235,77}{4402,04} \cdot 100 = 28,07 \% \quad ; \quad F_s = 3,56 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

### 3.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO)

Proračunske sile  $H_d$ ,  $V_d$ :

$$H_d \leq V_d$$

$$V_d = \gamma_{Ginf} \cdot \Sigma W = 1,0 \cdot 1188,71 = 1188,71 \text{ (kN/m')}$$

$$H_d = \gamma_{G,sup} \cdot P_a = 1,0 \cdot 404,11 = 404,11 \text{ (kN/m')}$$

**Kontrola stabilnosti na klizanje:**

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = H_d = 404,11 \text{ kN/m'}$$

$$R_d = \mu \cdot V_d \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{R;H}}\right) = 0,7 \cdot 1188,71 \cdot \frac{1}{1} = 832,10 \text{ (kN/m')}$$

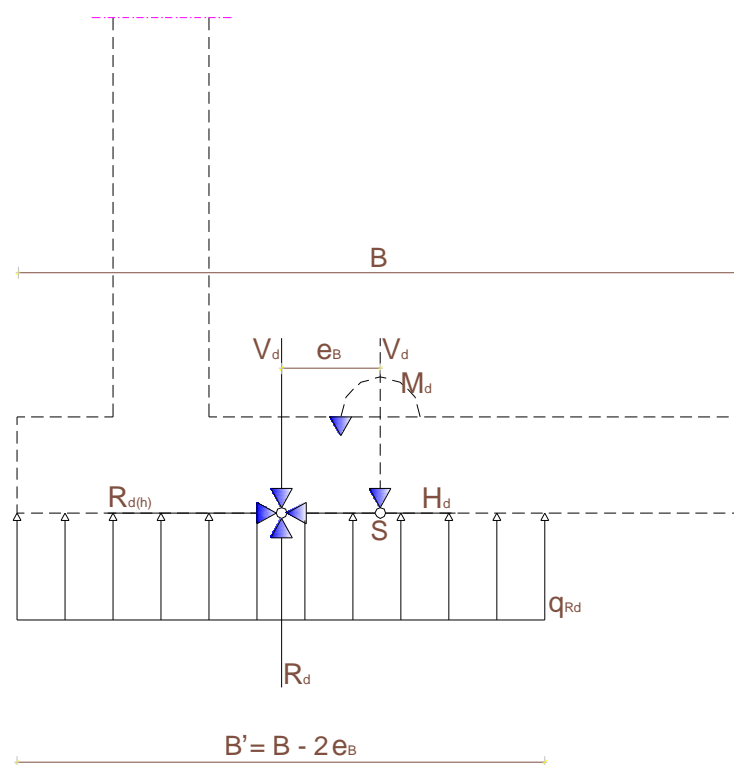
$$E_d \leq R_d$$

$$404,11 \leq 832,10$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{404,11}{832,10} \cdot 100 = 48,60 \%$$

$$F_s = 2,06 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

### 3.3. Nosivost tla ispod temelja (GEO)



**Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):**

$$V_d = \gamma_{G, \text{sup}} \cdot \Sigma W = 1,35 \cdot 1188,71 = 1604,76 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \gamma_{G, \text{sup}} \cdot P_a = 1,0 \cdot 404,11 = 404,11 \text{ (kN/m')}$$

$$M_d = \gamma_{G \text{dest}} \cdot (W_1 \cdot 2,28 + W_2 \cdot 0 - W_3 \cdot 1,0) + \gamma_{\text{sup}} \cdot (P_a \cdot H/3)$$

$$M_d = 1,35 \cdot (183,50 \cdot 2,28 - 816,21 \cdot 1,0) + 1,0 \cdot 404,11 \cdot 2,78$$

$$M_d = 586,36 \text{ (kNm/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{586,36}{1604,76} = 0,37 \text{ (m)} \leq \frac{B}{6} = 1,26 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 7,56 - 2 \cdot 0,37 = 6,83 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,83 \cdot 1,0 = 6,83 \text{ (m}^2\text{)}$$



Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 6,83 = 4098 \text{ (kN/m')}$$

$$V_d = 1604,76 \text{ (kN/ m')}$$

$$1604,76 \leq 4098$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{1604,76}{4098} \cdot 100 = 39,20 \%$$

$$F_s = 2,55 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

#### **4. DINAMIČKO (statičko + potresno) OPTEREĆENJE**

Kod proračuna uvršteni su svi pacijalni faktori u iznosu 1,0. Seizmike inercijalne sile (horizontalno ubrzanje/ potresni koeficijent) određeni su prema seizmičkoj karti u prilogu 2.

##### **4.1. Seizmičke inercijale sile (djelovanje na masu zida i tla iza zida)**

$$\alpha_g = \frac{a_g}{g} = 0,22 \text{ (određeno prema karti)}$$

$a_g$  - proračunsko ubrzanje

$$k_h = \frac{\alpha \cdot S}{r} = \frac{0,22 \cdot 1}{2} = 0,11$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h = 0,055$$

$S$  - parametar tipa tla

$r$  - faktor koji utječe na horizontalni potresni koeficijent

$$W_{dh} = k_h \cdot W_u = 0,11 \cdot 1188,71 = 130,76 \text{ (kN/m')} ; x_{Wdh} = 4,115 \text{ (m)} ; y_{Wdh} = 4,007 \text{ (m)}$$

$$W_{dv} = k_v \cdot W_u = 0,055 \cdot 1188,71 = 65,38 \text{ (kN/m')} ; x_{Wdv} = 4,115 \text{ (m)} ; y_{Wdv} = 4,007 \text{ (m)}$$

Nova slika tlaka mirovanja  $P_0$  (uz  $\gamma = 1,0$ ) :

$$K_0 = 1 - \sin \phi_k = 1 - \sin(30^\circ) = 0,50$$

$$\sigma_{v0} = \gamma \cdot H = 20 \cdot 8,34 = 166,80 \text{ (kPa)}$$

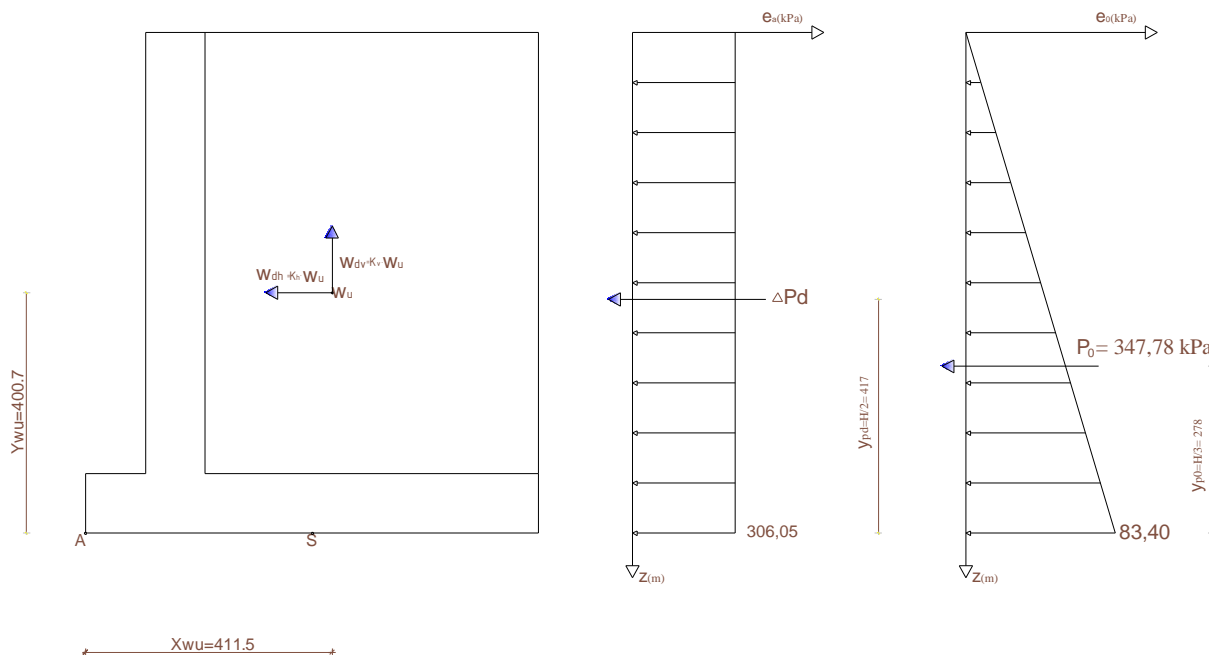
$$e_0 = \sigma_{v0} \cdot K_0 = 166,80 \cdot 0,50 = 83,40 \text{ (kPa)}$$

$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot h \cdot e_0 = \frac{1}{2} \cdot 8,34 \cdot 83,40 = 347,78 \text{ (kN/m)} ; y_{krak} = 2,78 \text{ (m)}$$

## 4.2. Dodatna dinamička sila prouzročena tlakom

$$\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 = 0,22 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 8,34^2 = 306,05 \text{ (kN/m')}$$

## 4.3. Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke „A“ ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije):



$$E_d = E_{dst.}$$

$$R_d = E_{stb.}$$

$$E_{dst.} = W_{dh} \cdot y_{Wdh} + \Delta P_d \cdot \frac{H}{2} + P_0 \cdot \frac{H}{3}$$

$$E_{dst} = 130,76 \cdot 4,007 + 306,05 \cdot 4,17 + 347,78 \cdot 2,78 = 2767,01 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_{stb} = W_u \cdot x_{Wu} - W_{dv} \cdot x_{wdv} = 1188,71 \cdot 4,115 - 65,38 \cdot 4,115 = 4622,50 \text{ (kNm/m')}$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{2767,01}{4622,50} \cdot 100 = 59,86 \%$$

$$F_s = 1,67 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

#### 4.4. Kontrola stabilnosti na klizanje ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije):

$$V_d = W_u \cdot (1 - k_v) = 1188,71 \cdot (1 - 0,055) = 1123,33 \text{ (kN/m')}$$

$$E_d = H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 130,76 + 306,05 + 347,78 = 784,59 \text{ (kN/m')}$$

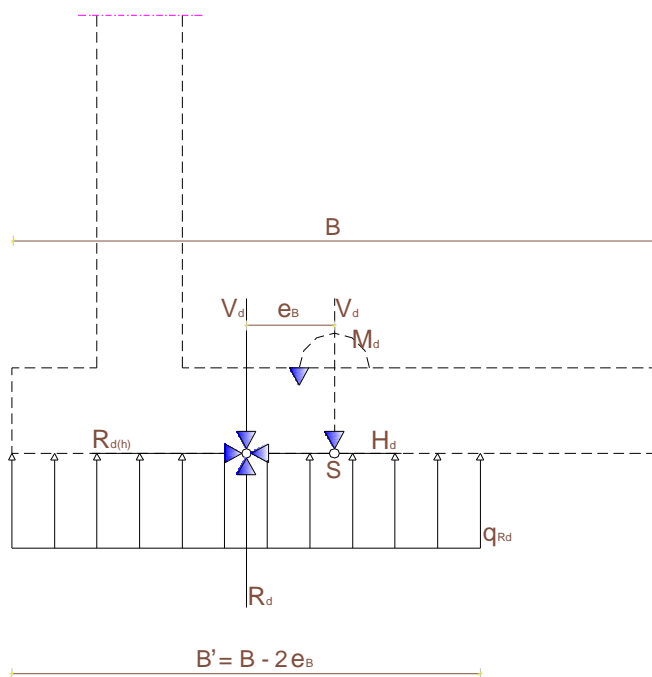
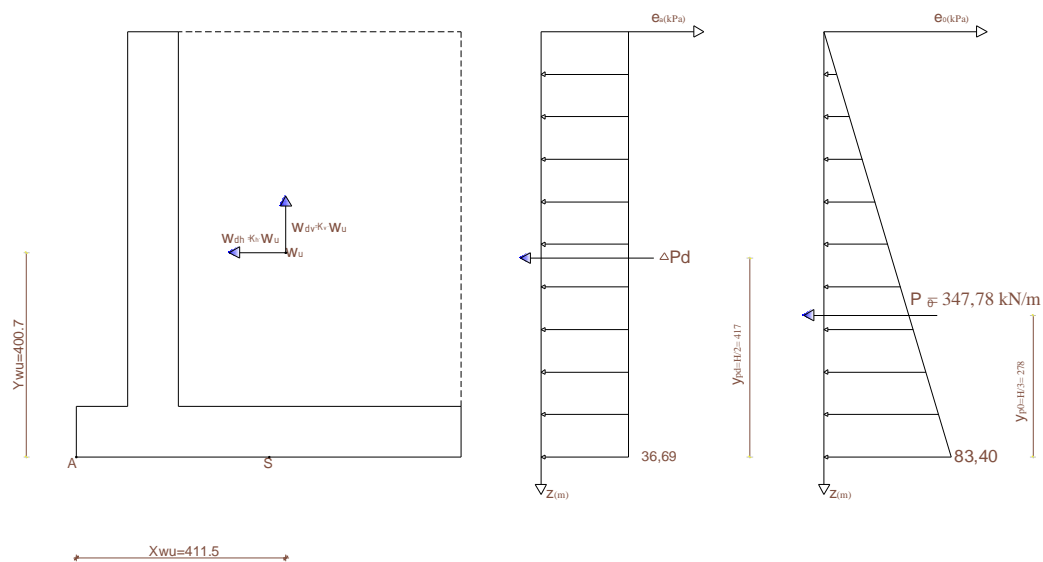
$$R_d = \mu \cdot V_d \cdot \left( \frac{1}{\gamma_{R;H}} \right) = 0,7 \cdot 1123,33 \cdot \frac{1}{1} = 786,33 \text{ (kN/m')}$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{784,59}{786,33} \cdot 100 = 99,78 \%$$

$$F_s = 1,002 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

#### 4.5. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema dolje:

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):



$$V_d = W_u \cdot (1 + k_v) = 1188,71 \cdot (1 + 0,055) = 1254,09 \text{ (kN/ m')} ; x_{\text{krak}} = - 0,33 \text{ (m)}$$

$$M_d = \gamma_{\text{Gdest}} \cdot ( V_d \cdot X_{Vd} + W_{dh} \cdot Y_{Wdh} + P_0 \cdot Y_{P0} + \Delta P_d \cdot Y_{Pd} )$$

$$M_d = 1,0 \cdot ( 1254,09 \cdot (-0,335) + 130,76 \cdot 4,007 + 347,78 \cdot 2,78 + 306,05 \cdot 4,17 )$$

$$M_d = 2347,27 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_d = V_d = 1254,09 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 130,76 + 306,05 + 347,78 = 784,59 \text{ (kN/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{2347,27}{1254,09} = 1,87 \text{ (m)} > \frac{B}{6} = 1,26 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 7,56 - 2 \cdot 1,87 = 3,82 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 3,82 \cdot 1,0 = 3,82 \text{ (m}^2\text{)}$$

Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 3,82 = 2292 \text{ (kN/m')}$$

$$V_d = 1254,09 \text{ (kN/ m')}$$

$$1254,09 \leq 2292$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{1254,09}{2292} \cdot 100 = 54,70 \%$$

$$F_s = 1,83 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

#### 4.6. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema gore:

**Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):**

$$V_d = W_u \cdot (1 - k_v) = 1188,71 \cdot (1 - 0,055) = 1123,33 \text{ (kN/ m')} ; x_{\text{krak}} = - 0,33 \text{ (m)}$$

$$M_d = \gamma_{Gdest} \cdot ( V_d \cdot X_{Vd} + W_{dh} \cdot Y_{Wdh} + P_0 \cdot Y_{P0} + \Delta P_d \cdot Y_{Pd} )$$

$$M_d = 1,0 \cdot ( 1123,33 \cdot (-0,33) + 130,76 \cdot 4,007 + 347,78 \cdot 2,78 + 306,05 \cdot 4,17 )$$

$$M_d = 2391,03 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_d = V_d = 1123,33 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 130,76 + 306,05 + 347,78 = 784,59 \text{ (kNm/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{2391,03}{1123,33} = 2,13 \text{ (m)} > \frac{B}{6} = 1,26 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 7,56 - 2 \cdot 1,43 = 3,30 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 3,30 \cdot 1,0 = 3,30 \text{ (m}^2\text{)}$$

Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 3,30 = 1980 \text{ (kN/m')}$$

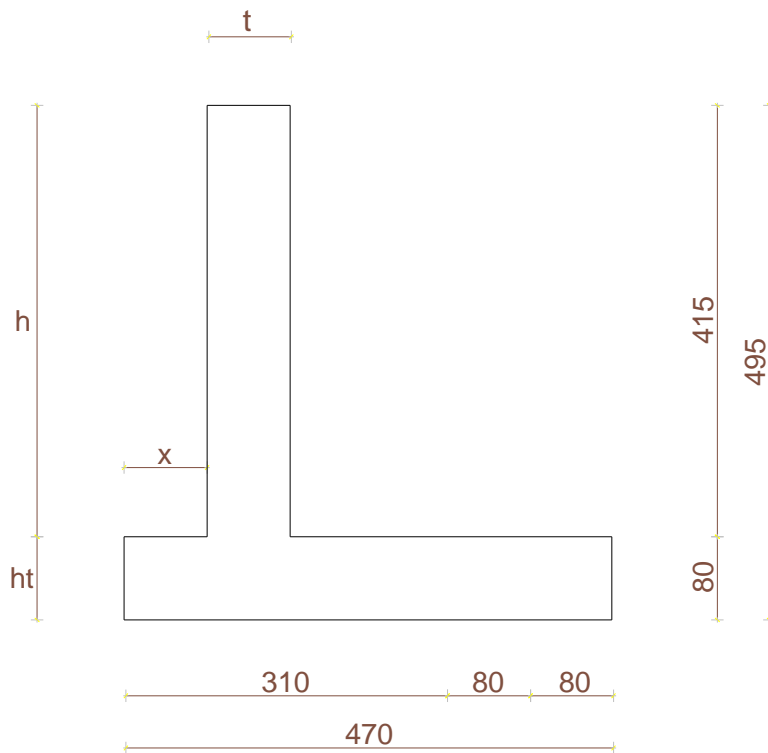
$$V_d = 1123,33 \text{ (kN/ m')}$$

$$1123,33 \leq 1980$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{1123,33}{1980} \cdot 100 = 56,70 \%$$

$$F_s = 1,76 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

## 5. SJEVERNI POTPORNI ZID – PRESJEK F – F



### dimenzije:

$H = 4,95 \text{ (m)}$  - ukupna visina zida ;  $h_t = 0,80 \text{ (m)}$  – visina temelja ;

$B = 4,70 \text{ (m)}$  - širina temeljne stope ;  $t = 0,80 \text{ (m)}$  – širina zida ;

$h = H - h_t = 4,15 \text{ (m)}$  – visina zida ;  $x = 0,80 \text{ (m)}$  – širina istake ;



## RJEŠENJE

Parametri tla:

- $c_k = 0$  (kohezija)
- $\phi_k = 30^\circ$  (kut unutarnjeg trenja)
- $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  (jedinična težina tla)

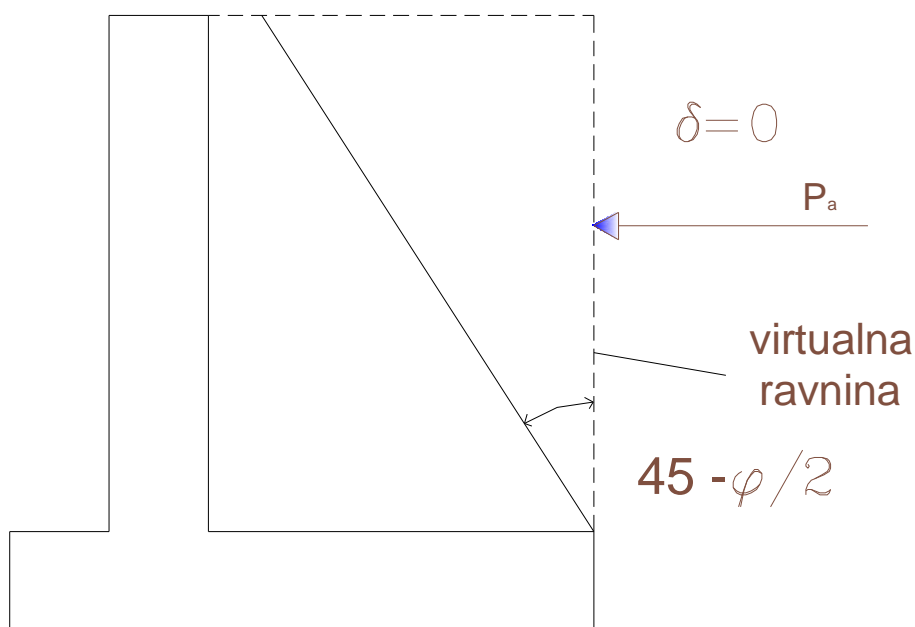
Za primjenu vertikalne virtualne ravnine zida širina pete zida mora zadovoljiti sljedeći uvjet :

$$b \geq b_{\min} = h \times \tan (45^\circ - \phi_k/2)$$

$$b = 3,10 \text{ (m)}$$

$$b_{\min} = 4,95 \cdot \tan 30^\circ = 2,86 \text{ (m)}$$

$$b \geq b_{\min} \text{ zadovoljava uvjet!}$$



Za proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU), na klizanje (GEO/STR) i nosivost tla (GEO/STR) korišteno je granično stanje nosivosti: EQU, GEO/STR (proračunski pristup 3) , parcijalni faktori navedeni u prilogu broj 1.

## 6. STATIČKO OPTEREĆENJE

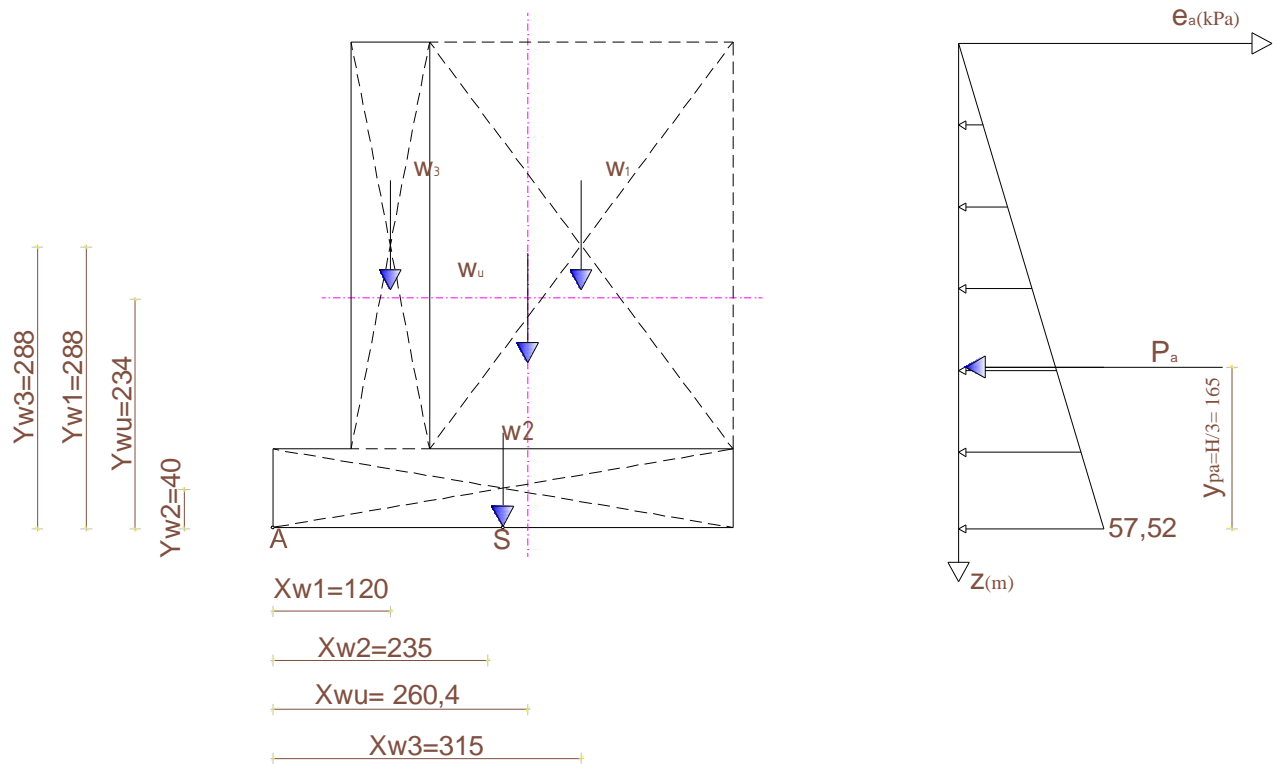
### 6.1. Proračun stabilnosti na prevrtanje (EQU)

Proračunski parametri tla  $c_d$  i  $\phi_d$ :

$$c_d = \frac{c_{1k}}{\gamma_{c''}} = \frac{0}{1,25} = 0 \text{ KPa}$$

$$\phi_d = \arctg \frac{(\tan 30^\circ)}{(1,25)} = 24,8^\circ$$

Koeficijent aktivnog tlaka mirovanja prema Jaky-ju za proračunsku vrijednost kuta trenja:  $K_a$   
 $= (1 - \sin \phi_{1d}) = (1 - \sin 24,8^\circ) = 0,581$



Sila tlaka mirovanja:

$$\sigma_v' = \gamma \cdot H = 20 \cdot 4,95 = 99,0 \text{ kPa}$$

$$e_a = \sigma_v' \cdot K_0 = 99,0 \cdot 0,581 = 57,52 \text{ kPa}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot H \cdot e_a = \frac{1}{2} \cdot 4,95 \cdot 57,52 = 142,36 \text{ kN/m}$$

$$y_{Pa} = \frac{1}{3} \cdot H = 1,65 \text{ (m)}$$

Težina zida podijeljenog na elemente ( $\gamma_{bet} = 25 \text{ kN/m}^3$ ):

$$W_1 = 0,8 \cdot 4,15 \cdot 25,0 = 83,0 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w1} = 1,20 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w1} = 2,875 \text{ (m)}$$

$$W_2 = 4,7 \cdot 0,8 \cdot 25,0 = 94,0 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w2} = 2,35 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w2} = 0,40 \text{ (m)}$$

Težina zasipa ( $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ ):

$$W_3 = 3,10 \cdot 4,15 \cdot 20,0 = 257,30 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{w3} = 3,15 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{w3} = 2,875 \text{ (m)}$$

Ukupna težina zida (sa zasipom):

$$\Sigma W = W_u = 434,30 \text{ (kN/m')} \quad ; \quad x_{wu} = 2,604 \text{ (m)} \quad ; \quad y_{wu} = 2,339 \text{ (m)}$$

**Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke A:**

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$E_{dst,d} = (\gamma_{G,dst} \cdot P_a) \cdot \frac{H}{3} = 1,1 \cdot 142,36 \cdot \frac{4,95}{3} = 258,38 \text{ (kN/m')}$$

$$E_{stb,d} = \gamma_{Gstb} \cdot (W_1 \cdot 1,20 + W_2 \cdot 2,35 + W_3 \cdot 3,15)$$

$$E_{std,d} = 0,9 \cdot (83,0 \cdot 1,20 + 94,0 \cdot 2,35 + 257,3 \cdot 3,15)$$

$$E_{stb,d} = 1017,90 \text{ (kN/m')}$$

$$E_{dst,d} \leq E_{stb,d}$$

$$258,38 \leq 1017,90$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{258,38}{1017,90} \cdot 100 = 25,38 \% \quad ; \quad F_s = 3,94 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

## 6.2. Proračun stabilnosti na klizanje (GEO)

Proračunske sile  $H_d$ ,  $V_d$ :

$$V_d = \gamma_{Ginf} \cdot \Sigma W = 1,0 \cdot 434,30 = 434,30 \text{ (kN/m')}$$

$$H_d = \gamma_{G,sup} \cdot P_a = 1,0 \cdot 142,36 = 142,36 \text{ (kN/m')}$$

### Kontrola stabilnosti na klizanje:

$$E_d \leq R_d$$

$$E_d = H_d = 142,36 \text{ (kN/m')}$$

$$R_d = \mu \cdot V_d \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{R,H}}\right) = 0,7 \cdot 434,30 \cdot \frac{1}{1} = 304,01 \text{ kN/m'}$$

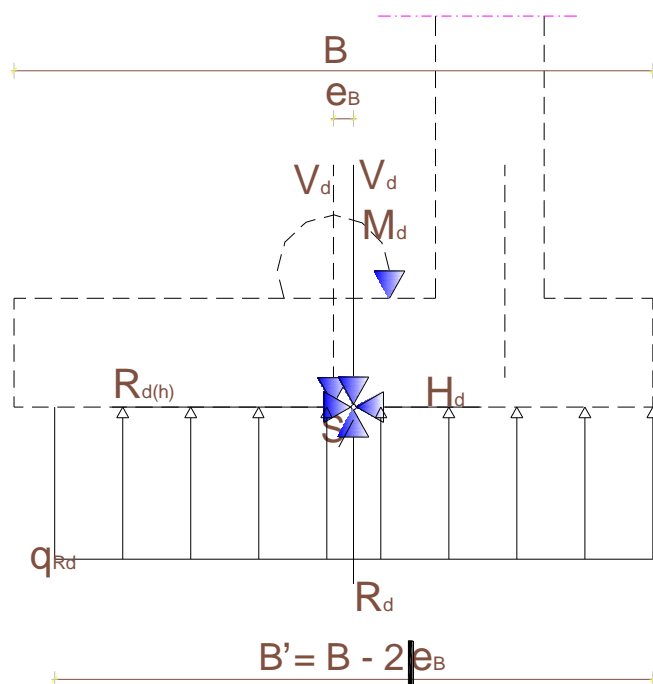
$$E_d \leq R_d$$

$$142,36 \leq 304,01$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{142,36}{304,01} \cdot 100 = 46,83 \%$$

$$F_s = 2,14 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

### 6.3. Nosivost tla ispod temelja (GEO)



**Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):**

$$V_d = \gamma_{G,\text{sup}} \cdot \Sigma w = 1,35 \cdot 434,30 = 586,31 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \gamma_{G,\text{sup}} \cdot P_a = 1,0 \cdot 142,36 = 142,36 \text{ (kN/m')}$$

$$M_d = \gamma_{G\text{dest}} \cdot (W_1 \cdot 1,15 + W_2 \cdot 0 + W_3 \cdot (-0,8)) + \gamma_{\text{sup}} \cdot (P_a \cdot h/3)$$

$$M_d = 1,35 \cdot (83,0 \cdot 1,15 + 257,30 \cdot (-0,8)) + 1,0 \cdot 142,36 \cdot 1,65$$

$$M_d = 85,87 \text{ (kNm/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{85,87}{586,31} = 0,15 \text{ (m)} \leq \frac{B}{6} = 0,78 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 4,70 - 2 \cdot 0,15 = 4,40 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 4,40 \cdot 1,0 = 4,40 \text{ (m}^2\text{)}$$

Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 4,40 = 2640,0 \text{ (kN/m')}$$

$$V_d = 586,31 \text{ (kN/ m')}$$

$$586,31 \leq 2640,0$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{586,31}{2640} \cdot 100 = 22,20 \%$$

$$F_s = 4,50 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

## 7. DINAMIČKO (statičko + potresno) OPTEREĆENJE

Kod proračuna uvršteni su svi pacijalni faktori u iznosu 1,0. Seizmike inercijalne sile (horizontalno ubrzanje/ potresni koeficijent) određeni su prema seizmičkoj karti u prilogu 2.

### 7.1. Seizmičke inercijale sile (djelovanje na masu zida i tla iza zida)

$$\alpha_g = \frac{a_g}{g} = 0,22 \text{ (određeno prema karti)}$$

$a_g$  - proračunsko ubrzanje

$$k_h = \frac{\alpha \cdot S}{r} = \frac{0,22 \cdot 1}{2} = 0,11$$

$$k_v = 0,5 \cdot k_h = 0,055$$

S - parametar tipa tla

r - faktor koji utječe na horizontalni potresni koeficijent

$$W_{dh} = k_h \cdot W_u = 0,11 \cdot 434,30 = 47,77 \text{ (kN/m')} ; x_{wdh} = 2,604 \text{ (m)} ; y_{wdh} = 2,339 \text{ (m)}$$

$$W_{dv} = k_v \cdot W_u = 0,055 \cdot 434,30 = 23,89 \text{ (kN/m')} ; x_{wdv} = 2,604 \text{ (m)} ; y_{wdv} = 2,339 \text{ (m)}$$

Nova slika tlaka mirovanja  $P_0$  (uz  $\gamma = 1,0$ ) :

$$K_0 = 1 - \sin \phi_k = 1 - \sin (30^\circ) = 0,50$$

$$\sigma_{v0} = \gamma \cdot H = 20 \cdot 4,95 = 99,0 \text{ (kPa)}$$

$$e_0 = \sigma_{v0} \cdot K_0 = 99,0 \cdot 0,50 = 49,5 \text{ (kPa)}$$

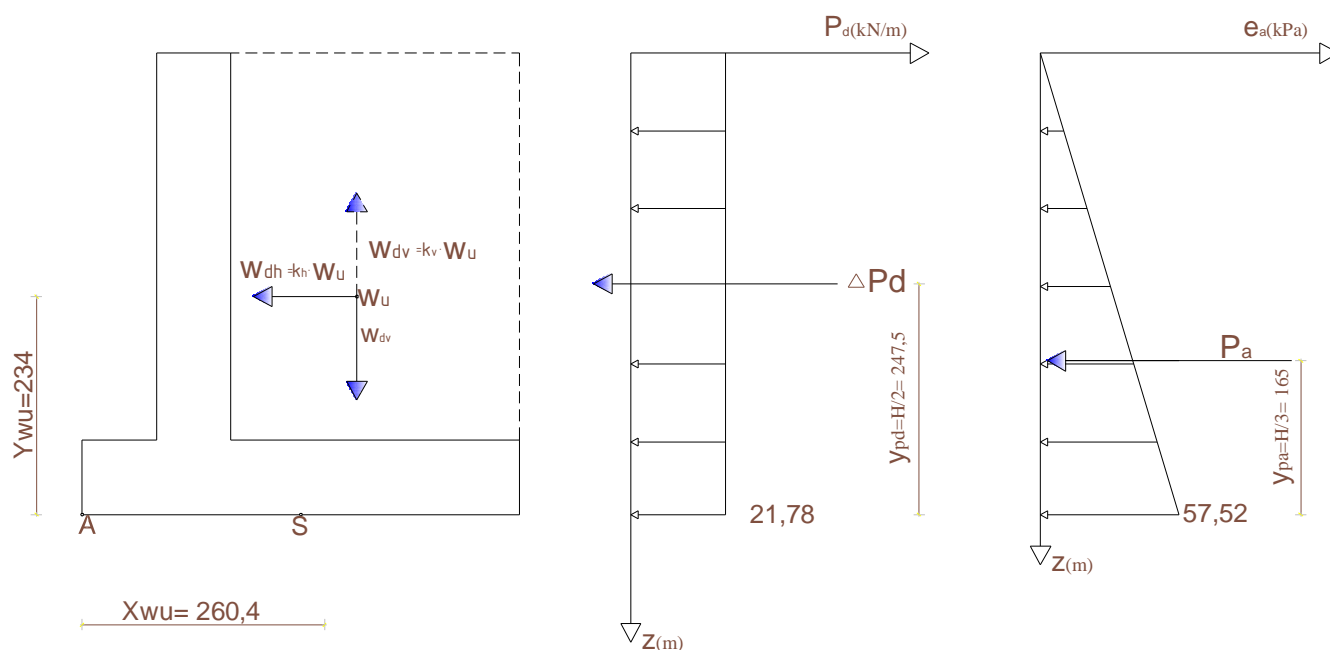
$$P_0 = \frac{1}{2} \cdot h \cdot e_0 = \frac{1}{2} \cdot 4,95 \cdot 49,5 = 122,51 \text{ (kN/m)} ; y_{krak} = 1,65 \text{ (m)}$$

## **7.2. Dodatna dinamička sila prouzročena tlakom**

$$\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 = 0,22 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 4,95^2 = 107,81 \text{ (kN/ m')}$$



### 7.3. Kontrola stabilnosti na prevrtanje oko točke „A“ ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije):



$$E_d = E_{dst.}$$

$$R_d = E_{stb.}$$

$$E_{dst.} = W_{dh} \cdot y_{Wdh} + \Delta P_d \cdot \frac{H}{2} + P_0 \cdot \frac{H}{3}$$

$$E_{dst} = 47,77 \cdot 2,339 + 107,81 \cdot 2,475 + 122,51 \cdot 1,65 = 580,71 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_{stb} = W_u \cdot x_{Wu} - W_{dv} \cdot x_{Wdv} = 434,30 \cdot 2,604 - 23,89 \cdot 2,604 = 1068,71 \text{ (kNm/m')}$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{580,71}{1068,71} \cdot 100 = 54,34 \%$$

$$F_s = 1,84 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

#### 7.4. Kontrola stabilnosti na klizanje ; $k_v$ prema gore (nepovoljnije):

$$V_d = W_u \cdot (1 - k_v) = 434,30 \cdot (1 - 0,055) = 410,51 \text{ (kN/m')}$$

$$E_d = H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 47,77 + 107,81 + 122,51 = 278,09 \text{ (kN/m')}$$

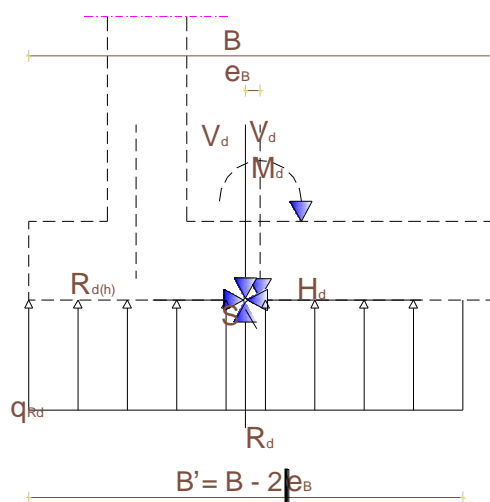
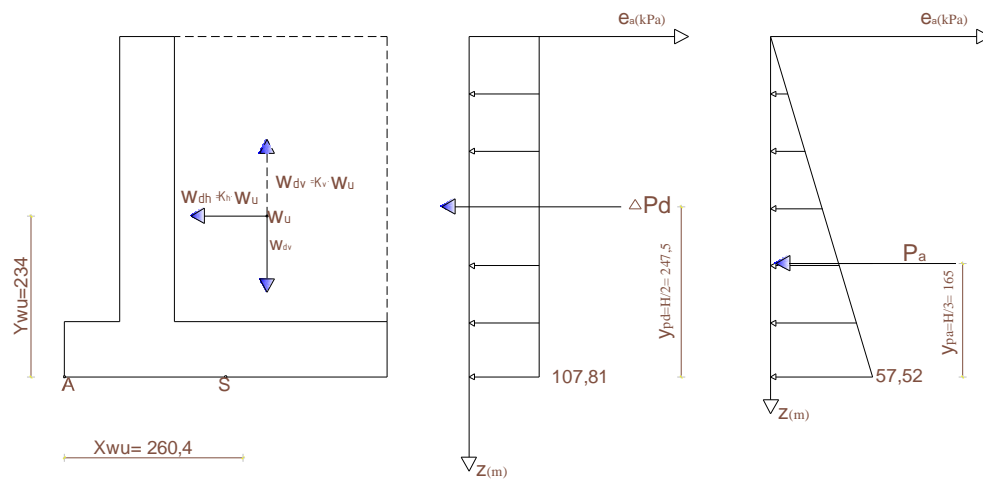
$$R_d = \mu \cdot V_d \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{R;H}}\right) = 0,7 \cdot 434,30 \cdot \frac{1}{1} = 287,36 \text{ (kNm/m')}$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{278,09}{287,36} \cdot 100 = 96,77 \%$$

$$F_s = 1,033 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

## 7.5. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema dolje:

Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):



$$V_d = W_u \cdot (1 + k_v) = 434,30 \cdot (1 + 0,055) = 458,19 \text{ (kN/ m')} ; x_{\text{krak}} = - 0,25 \text{ (m)}$$

$$M_d = \gamma_{\text{Gdest}} \cdot ( V_d \cdot X_{Vd} + W_{dh} \cdot Y_{Wdh} + P_0 \cdot Y_{P0} + \Delta P_d \cdot Y_{Pd} )$$

$$M_d = 1,0 \cdot ( 458,19 \cdot (-0,25) + 47,77 \cdot 2,339 + 122,51 \cdot 1,65 + 107,81 \cdot 2,475 )$$

$$M_d = 464,27 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_d = V_d = 458,19 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 47,77 + 107,81 + 122,51 = 278,09 \text{ (kN/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{511,98}{458,19} = 1,01 \text{ (m)} \leq \frac{B}{6} = 1,26 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 4,70 - 2 \cdot 1,01 = 2,67 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,67 \cdot 1,0 = 2,67 \text{ (m}^2\text{)}$$

Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 2,67 = 1602 \text{ (kN/m')}$$

$$V_d = 458,19 \text{ (kN/ m')}$$

$$458,19 \leq 1602$$

$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{458,19}{1602} \cdot 100 = 28,60 \%$$

$$F_s = 3,50 > 1,00 \quad \rightarrow \quad \text{zadovoljava!}$$

## 7.6. Nosivost ispod temelja ; $k_v$ prema gore:

**Proračunske sile  $V_d$ ,  $H_d$  i moment  $M_d$  oko točke S (središte temelja):**

$$V_d = W_u \cdot (1 - k_v) = 434,30 \cdot (1 - 0,055) = 410,41 \text{ (kN/ m')} ; x_{\text{krak}} = - 0,25 \text{ (m)}$$

$$M_d = \gamma_{Gdest} \cdot ( V_d \cdot X_{Vd} + W_{dh} \cdot Y_{Wdh} + P_0 \cdot Y_{P0} + \Delta P_d \cdot Y_{Pd} )$$

$$M_d = 1,0 \cdot ( 410,41 \cdot (-0,25) + 47,77 \cdot 2,339 + 122,51 \cdot 1,65 + 107,81 \cdot 2,475 )$$

$$M_d = 476,42 \text{ (kNm/m')}$$

$$E_d = V_d = 410,41 \text{ (kN/ m')}$$

$$H_d = \Sigma_{\text{horizontalnih sila}} = W_{dh} + \Delta P_d + P_0 = 47,77 + 107,81 + 122,51 = 278,09 \text{ (kN/m')}$$

Ekscentricitet sile  $V_d$ :

$$e_b = \frac{M_d}{V_d} = \frac{519,14}{410,41} = 1,16 \text{ (m)} \leq \frac{B}{6} = 1,26 \text{ (m)}$$

$$B' = B - 2e_b = 4,70 - 2 \cdot 1,26 = 2,38 \text{ (m)}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,38 \cdot 1,0 = 2,38 \text{ (m}^2\text{)}$$

Kontrola za **nosivost tla**:

$$E_d \leq R_d$$

$$V_d \leq q_{Rd} \cdot A' \text{ ( za } q_{Rd} = 600 \text{ kPa )}$$

$$R_d = q_{Rd} \cdot A = 600 \cdot 2,38 = 1428 \text{ (kN/m')}$$

$$V_d = 410,41 \text{ (kN/ m')}$$

$$410,41 \leq 1428$$

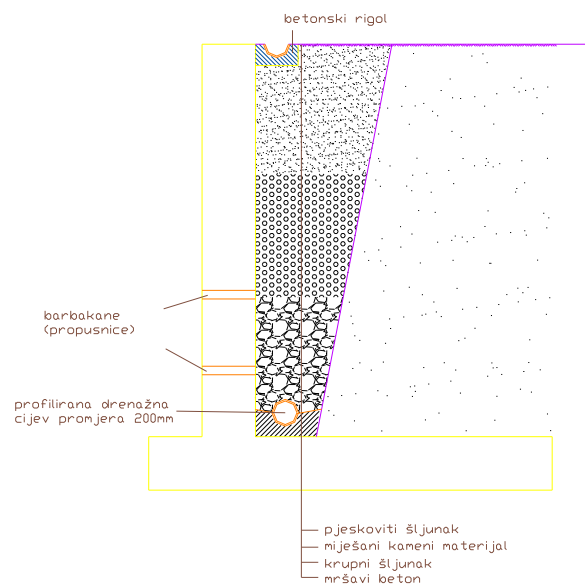
$$U = \frac{E_{dst,d}}{E_{stb,d}} \cdot 100 = \frac{410,41}{1428} \cdot 100 = 28,70 \%$$

$$F_s = 3,48 > 1,00 \rightarrow \text{zadovoljava!}$$

## **8. DRENAŽA UZ POTPORNE ZIDOVE**

## 8.1. Drenaža uz zapadni potporni zid

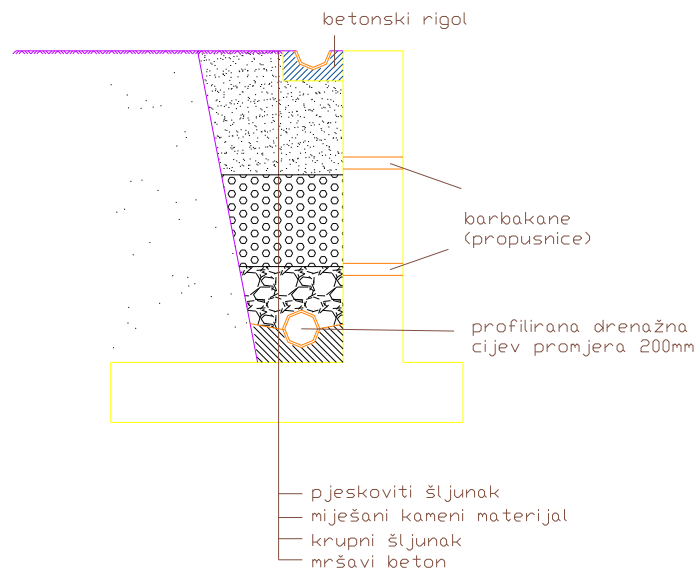
8.1.DRENAŽA UZ  
ZAPADNI  
POTPORNI ZID





## 8.2. Drenaža uz sjeverni potporni zid

### 8.2.DRENAŽA UZ SJEVERNI POTPORNI ZID



## **PRILOZI**

## **PRILOG 1**

Za proračun stabilnosti na klizanje i nosivost tla koristimo granično stanje nosivosti: GEO

- Za proračunski pristup 3:  $(A1^d \text{ ili } A2^e) + M2 + R3$   
 $d$  - za sile od konstrukcije  
 $e$  - za geotehničke sile

**Parcijalni faktori za granična stanja STR i GEO:**

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ )

Djelovanja	simbol	A1	A2
trajna nepovoljna	$\gamma_{G;sup}$	1.35	1.0
povoljna	$\gamma_{G;inf}$	1.0	1.0
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_Q$	1.5	1.3
povoljna	$\gamma_Q$	0	0

(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )

Svojstvo	simbol	M1	M2
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
težinska gustoća	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

(3) Parcijalni faktori otpora ( $\gamma_R$ ):

Otpornost	simbol	R1	R2	R3	R4
Potporne konstrukcije nosivost	$\gamma_{R;v}$	1.0	1.4	1.0	-
klizanje	$\gamma_{R;h}$	1.0	1.1	1.0	-
otpor tla	$\gamma_{R;e}$	1.0	1.4	1.0	-
prevrtanje	$\gamma_R$	1.0	1.0	1.0	-

U nekim slučajevima za proračun stabilnosti na prevrtanje možemo koristiti granično stanje nosivosti: EQU (equilibrium limit state)

**Parcijalni faktori za granično stanje EQU:**

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ )

Djelovanja	simbol	iznos
trajna nepovoljna	$\gamma_{G;dst}$	1.1
povoljna	$\gamma_{G;stb}$	0.9
promjenjiva nepovoljna	$\gamma_{Q;dst}$	1.5
povoljna	$\gamma_{Q;stb}$	0

(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )

Svojstvo	simbol	iznos
tangens efektivnog kuta trenja	$\gamma_{\varphi'}$	1.25
efektivna kohezija	$\gamma_{c'}$	1.25
težinska gustoća	$\gamma_\gamma$	1.0

## **PRILOG 2**



Prema HRN EN 1998-1-1:2011

Tip tla	Opis stratigrafskog profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (br. ud. /30 cm)	$c_u$ (kPa)
A	Stijena ili slične geološke formacije s najviše 5 m slabog materijala na površini.	> 800	-	-
B	Naslage vrlo zbijenih pijesaka, šljunaka ili vrlo krute gline debljine nekoliko 10-aka m, sa svojstvom postupnog poboljšanja mehaničkih svojstava s dubinom	360 - 800	> 50	> 250
C	Naslage zbijenih ili srednje zbijenih pijesaka, šljunaka ili krutih glina debljine od nekoliko desetka do nekoliko stotina metara	180 - 360	15 – 50	70 - 250
D	Naslage rahlih do srednje zbijenih nekoherentnih tala (sa ili bez slojeva mekog koherentnog tla) ili prevladavajuće meka do čvrsta koherentna tla	< 180	< 15	< 70
E	Profil tla izgrađen od površinskih naslaga aluvija s vrijednostima $V_s$ za tipove tla C ili D, debljine 5-20 m, ispod kojih se nalazi krući materijal s vrijednostima $V_s > 800$ m/s.			
$S_1$	Naslage koje su u potpunosti izgrađene ili sadrže sloj meke gline/praha s visokim indeksom plastičnosti ( $PI > 40$ ) i visokom vlažnosti, a čija debljina je 10 m ili više	< 100	-	10 - 20
$S_2$	Naslage tala podložnih likvefakciji, osjetljive gline ili bilo drugi profil tla koji nije naveden u tipovima od A do $S_1$			

Prema HRN EN 1998-5:2011:

vrsta potporne konstrukcije	r
Slobodni gravitacijski zidovi koji podnose pomake $d_t < 300 \alpha$ (mm)	2.0
Kao gore uz $d_t < 200 \alpha$ (mm)	1.5
Savijljivi armirano betonski zidovi, usidreni ili ukrućeni zidovi, armirano betonski zidovi temeljeni na vertikalnim pilotima, pridržani zidovi podruma i upornjaci mosta	1.0

